

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-194266

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

G02B 13/16

G02B 13/04

G02B 13/18

(21)Application number : 10-272974

(71)Applicant : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 28.09.1998

(72)Inventor : YAMAMOTO TSUTOMU

(30)Priority

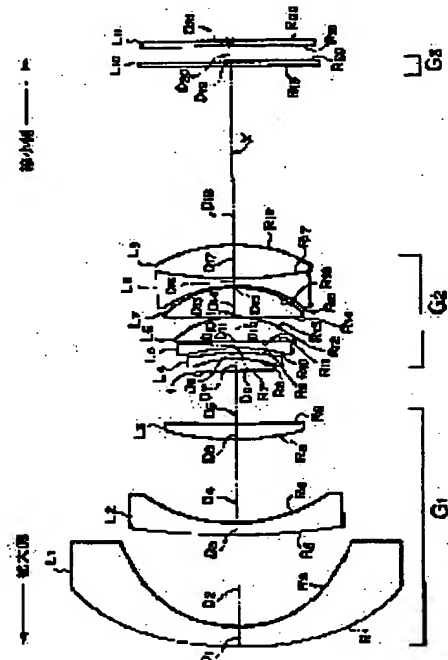
Priority number : 09312715 Priority date : 29.10.1997 Priority country : JP

(54) WIDE ANGLE LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the deterioration of image quality due to temp. change, to correct various aberrations without causing an eclipse in peripheral luminous flux through the lens is telecentric and to enable to attain the cost reduction by composing a wide angle lens of three groups, using a plastic aspherical lens as a first lens group on the magnifying side and satisfying a prescribed conditional equation concerning the focal distance of each lens constituting the first lens group.

SOLUTION: A first lens group G1 arranged on the magnifying side is composed of three pieces of lenses, a first lens L1 on the magnifying side is composed of a plastic aspherical lens having a negative refractive power and a third lens L3 on the reducing side is composed of a plastic aspherical lens having a positive refractive power. When representing the focal distance of the first lens group G1 by F_1 , the focal distance of a whole lens system by F , the focal distance of the first lens L1 by f_A and the focal distance of the third lens L3 by f_B , the conditional equations: $-7.5 < F_1/F < -3.0$ and $-1.8 < f_A/f_B < -0.5$ are satisfied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection].

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-194266

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 2 B 13/16
13/04
13/18

G 0 2 B 13/16
13/04
13/18

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平10-272974

(22) 出願日 平成10年(1998) 9月28日

(31) 優先権主張番号 特願平9-312715

(32) 優先日 平 9 (1997) 10月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町 1 丁目324番地

(72) 発明者 山本 力

埼玉県大宮市植竹町 1 丁目324番地 富士
写真光機株式会社内

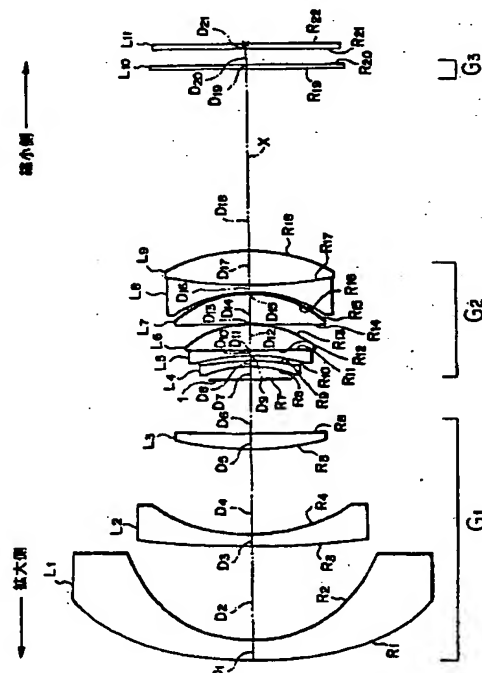
(74) 代理人 弁理士 川野 宏

(54) 【発明の名称】 広角レンズ

(57) 【要約】

【目的】 広角レンズを、3群構成とし、拡大側の第1レンズ群にプラスチック非球面レンズを用い、第1レンズ群を構成する各レンズの焦点距離に関する所定の条件式を満足するよう構成することにより、温度変化に伴う像質劣化を抑制し、テレセントリックで周辺光束にケラレが生ぜず諸収差を良好なものとし、コストダウンを図ることを可能とする。

【構成】 拡大側に配設した第1レンズ群G₁を3枚構成とし、拡大側の第1レンズL₁を負の屈折力を有するプラスチック非球面レンズ、縮小側の第3レンズL₃を正の屈折力を有するプラスチック非球面レンズにより構成する。第1レンズ群G₁の焦点距離をF₁、全レンズ系の焦点距離をF、第1レンズL₁の焦点距離をf_A、第3レンズL₃の焦点距離をf_Bとすると、条件式-7.5<F₁/F<-3.0 (1) および-1.8<f_A/f_B<-0.5 (2) が満足される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡大側から、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、フレネルレンズからなる正の屈折力を有する第3レンズ群をこの順で配設してなり、

前記第1レンズ群は、拡大側から、縮小側に凹面を向けた負の屈折力を有するプラスチック非球面レンズからなる第1レンズ、縮小側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズ、正の屈折力を有するプラスチック非球面レンズからなる第3レンズをこの順に配設してなり、以下の条件式(1)、(2)を満足するように構成されてなることを特徴とする広角レンズ。

$$-7.5 < F_1 / F < -3.0 \quad \cdots (1)$$

$$-1.8 < f_A / f_B < -0.5 \quad \cdots (2)$$

F_1 : 第1レンズ群の焦点距離

F : 全レンズ系の焦点距離

f_A : 第1レンズ群の第1レンズの焦点距離

f_B : 第1レンズ群の第3レンズの焦点距離

【請求項2】 前記第2レンズ群の最も拡大側に、プラスチック非球面レンズが配設されてなり、以下の条件式(3)を満足するように構成されてなることを特徴とする請求項1記載の広角レンズ。

$$|F/f_c| < 0.2 \quad \cdots (3)$$

f_c : 第2レンズ群の最も拡大側のプラスチック非球面レンズの焦点距離

【請求項3】 倍率を変化させる場合に、前記第3レンズ群のフレネルレンズは固定とし、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、および該第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔を変化させながらフォーカシングを行うようにしたことを特徴とする請求項1記載の広角レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、広角レンズに関し、例えば、CCD、撮像管等の撮像素子あるいはフィルム等を用いたカメラの結像レンズ等に使用され、詳しくは液晶パネルを用いた投影型テレビの投影レンズに使用される広角レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、投影型テレビの投影レンズでは、スクリーンを大型化したり、投影型テレビの奥行きを小さくするために、広角レンズが用いられている。このような広角レンズでは、光路の途中にミラー等を挿入するための長いバックフォーカスを確保し得ることが要求され、負の屈折力を有する前群と、正の屈折力を有する後群とからなるレンズ構成のものが用いられていた。

【0003】ところで、上述したような広角レンズでは、歪曲収差が大きくなるため、拡大側に非球面レンズを用いることにより歪曲収差の補正を行う必要がある。この場合、ガラス製の非球面レンズは高価であるため、

プラスチック製の非球面レンズを用いてコストダウンを図ることが考えられる。特に、広角レンズの拡大側レンズのサイズは一般的に大きくなるため、屈折力のあるガラス製の非球面レンズを使用すると、コストアップを招くので、プラスチック製レンズの使用はコストの面で有効である。

【0004】しかし、その一方で、プラスチック製の非球面レンズは温度変化に弱く、温度変化に伴う焦点位置の変化や結像性能の劣化を招くという欠点がある。このため、プラスチック製の非球面レンズを用いる場合には、あまり屈折力を持たせないような設計がなされることが多い。このような問題を解決するため、プラスチック製の非球面レンズを広角レンズに用いた技術が、特開平8-320433号公報に開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記したプラスチック製の非球面レンズを用いた技術により、さらに広角なレンズを製作しようとすると、焦点距離がさらに短くなってしまい、それに伴って折り返しミラーや色合成光学部品等を挿入する間隔も短くなってしまふ。また、拡大側の第1レンズ群において、バックフォーカスのスペースを確保するために、ガラスレンズを挿入し、プラスチック製の非球面レンズのパワーをおとすと、当該ガラスレンズの屈折力の比率が第1レンズ群中で高くなるために、当該ガラスレンズのサイズが大きくなってコストアップを招く可能性がある。

【0006】本発明はこのような事情に鑑みなされたものであり、拡大側に負の屈折力を有するプラスチック製の非球面レンズを用いることにより、歪曲収差をはじめとする諸収差を補正しつつ、温度変化に伴う焦点位置の変化や結像性能の劣化を抑制し、さらにガラスレンズを小型化することにより、コストダウンを図り得る広角レンズを提供することを目的とするものである。また、上記目的に加えて縮小側がテレセントリックで周辺光束にケラレがなく、折り返しミラーや色合成光学部品等を挿入するための間隔が確保されており、さらに倍率変化させた場合に像質の劣化が少ない広角レンズを提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る広角レンズは、拡大側から、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、フレネルレンズからなる正の屈折力を有する第3レンズ群をこの順で配設してなり、前記第1レンズ群は、拡大側から、縮小側に凹面を向けた負の屈折力を有するプラスチック非球面レンズからなる第1レンズ、縮小側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズ、正の屈折力を有するプラスチック非球面レンズからなる第3レンズをこの順に配設してなり、以下の条件式(1)、(2)を満足するように構成されてなることを特徴とするものである。

$$-7.5 < F_1 / F < -3.0 \quad \dots (1)$$

$$-1.8 < f_A / f_B < -0.5 \quad \dots (2)$$

F_1 : 第1レンズ群の焦点距離

F : 全レンズ系の焦点距離

f_A : 第1レンズ群の第1レンズの焦点距離

f_B : 第1レンズ群の第3レンズの焦点距離

【0008】また、前記第2レンズ群の最も拡大側に、プラスチック非球面レンズが配設されてなり、以下の条件式(3)を満足するように構成されてなることを特徴とするものである。

$$|F / f_c| < 0.2 \quad \dots (3)$$

f_c : 第2レンズ群の最も拡大側のプラスチック非球面レンズの焦点距離

【0009】さらに、倍率を変化させる場合に、前記第3レンズ群のフレネルレンズは固定とし、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、および該第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔を変化させながらフォーカシングを行うようにしたことを特徴とするものである。

【0010】

【作用および発明の効果】本発明は、上記した構成からなるので、以下に説明する効果を奏することができる。まず、第1レンズ群において、拡大側の第1レンズを負の屈折力を有するプラスチック非球面レンズとすることにより、拡大側のガラスレンズの屈折力配分比率を減少させることができ、当該ガラスレンズを小型化することができるので、プラスチック製の非球面レンズを用いることと併せてコストダウンを図ることができる。

【0011】また、第3レンズ群を正の屈折力を有するフレネルレンズにより構成することにより、縮小側がテレセントリックで周辺光束にケラレがなくなる。さらに、このフレネルレンズを非球面とすることで歪曲、像面湾曲に対しても補正が容易となる。

【0012】また、条件式(1)を満足することにより、折り返しミラーや色合成光学部品等の挿入スペースを確保しつつ、コンパクトなレンズ系とすることが可能になるとともに、温度変化に伴う結像性能の劣化を抑制することが可能になる。すなわち、条件式(1)の上限を超えて第1レンズ群の屈折力が強くなると、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が広くなりすぎて、レンズ系をコンパクトなものとすることができない。また、第1レンズ群の中でプラスチック非球面レンズのパワー配分が崩れ、温度変化による結像性能の劣化が大きくなってしまう。一方、条件式(1)の下限を超えて第1レンズ群の屈折力が弱くなると、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が狭くなり、折り返しミラーや色合成光学部品等を挿入するスペースがなくなる。

【0013】また、条件式(2)あるいは条件式(3)を満足することにより、温度変化に伴う結像性能の劣化を抑制することが可能となる。すなわち、条件式(2)

あるいは条件式(3)の上限および下限を超えると、第1レンズ群中でのプラスチック非球面レンズのパワー配分が崩れ、温度変化による結像性能の劣化が大きくなってしまう。

【0014】さらに、倍率が変わった場合に第3レンズ群を固定しておき、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を調整しながらこれら両レンズ群を移動させてフォーカシングするようにすれば周辺像面をバランスよく補正することが容易となる。なお、第2レンズ群の最も拡大側にプラスチック非球面レンズを挿入することで、非球面レンズの収差補正の能力の効率化を図ることが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明する。本発明に係る広角レンズは、例えば、液晶パネルを用いた投影型テレビの投影レンズに使用されるものである。この広角レンズについて詳細に説明する。

【0016】図1は、本発明の実施例1および実施例2に係る広角レンズを示すレンズ系断面図である。すなわち、実施例1および実施例2に係るレンズ系は、拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 、フレネルレンズ L_{10} からなる正の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 をこの順で配設してなり、フレネルレンズ L_{10} の縮小側には、液晶パネルのカバーガラス L_{11} が配設されている。

【0017】上記第1レンズ群 G_1 は、拡大側から順に、縮小側(液晶パネル側)に凹面を向けた負のプラスチック非球面レンズ L_1 、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ L_2 、縮小側に凹面を向けた正のプラスチック非球面レンズ L_3 をこの順で配設してなる。上記第2レンズ群 G_2 は、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた負の非球面レンズ L_4 、縮小側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ L_5 、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ L_6 、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ L_7 、両凹レンズ L_8 、両凸レンズ L_9 をこの順で配設してなる。なお、両凹レンズ L_8 と両凸レンズ L_9 とは接合レンズとなっている。

【0018】また、第1レンズ群 G_1 の第3レンズ L_3 と、第2レンズ群 G_2 の第1レンズ L_4 との間には、絞り1が配設されている。なお、図中Xは光軸を示す(図2において同じ)。

【0019】次に、実施例1における各レンズ面の光軸X近傍の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D、各レンズのd線における屈折率Nおよび各レンズのアッベ数 ν を下記表1に示す。なお、本明細書において各データ数値はレンズ全系の焦点距離で規格化されている。ただし、この表1において、各記号R、D、N、 ν に付した数字は拡大側からの順番を表わ

すものである。

【0020】なお、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の間隔 D_6 および第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の間隔 D_{18} は可変であり、低倍率時(12倍)における D_6 および D_{18} は各々0.6815および2.2427とされ、高倍率時(15倍)における D_6 および D_{18} は各々0.7155および2.2196とされている。また、第1レンズ群 G_1 の焦点距離を F_1 とし、全レンズ系の焦点距離を F とした場合に、 $|F_1/F|=-4.62$ となり、 $-7.5<|F_1/F|<-3.0$ なる条件式(1)が満足されている。

【0021】また、第1レンズ群 G_1 の第1レンズ L_1 の焦点距離を f_A とし、第1レンズ群 G_1 の第3レンズ

L_3 の焦点距離を f_B とした場合に、 $f_A/f_B=-0.73$ となり、 $-1.8<f_A/f_B<-0.5$ なる条件式(2)が満足されている。さらに、第2レンズ群 G_2 の最も拡大側のレンズ L_4 の焦点距離を f_C とした場合に、 $|F/f_C|=0.064$ となり、 $|F/f_C|<0.2$ なる条件式(3)が満足されている。

【0022】また、第1レンズ群 G_1 の第1レンズ L_1 、第3レンズ L_3 、第2レンズ群 G_2 の第1レンズ L_4 の両面、およびフレネルレンズ L_{10} の縮小側の面は非球面であり、その形状は非球面式

【数1】

$$Z = \frac{\frac{Y^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - K \frac{Y^2}{R^2}}} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10}$$

において各係数 K, A, B, C, D の値を下記表2に示したもので表わされる。

【0023】上記非球面式において、 Y は光軸 X からの高さ、 Z は高さ Y での面頂点からの光軸方向変位量、 R

は面の曲率半径、 K は離芯率をそれぞれ表す。

【0024】

【表1】

面	R	D	N _d	v _d
1	5.9423	0.2480	1.4902	57.8
2	1.3713	1.1393		
3	8.7572	0.1344	1.5163	64.1
4	1.6803	1.0386		
5	2.5970	0.1964	1.5836	30.3
6	21.2455	可変		
7	∞	0.1563		
8	-1.2598	0.0899	1.4910	57.6
9	-1.5424	0.0588		
10	-1.7888	0.0724	1.6338	58.9
11	-20.8276	0.0041		
12	-76.4228	0.3035	1.6411	34.2
13	-1.0117	0.0041		
14	-382.3946	0.3824	1.5368	63.6
15	-1.1065	0.0041		
16	-1.3386	0.1038	1.8467	23.9
17	4.5533	0.4066	1.6285	60.1
18	-1.5795	可変		
19	∞	0.0413	1.4902	57.8
20	-1.7086	0.2067		
21	∞	0.0620	1.5163	64.1
22	∞			

面	D (倍率12倍)	D (倍率15倍)
6	0.6815	0.7155
18	2.2427	2.2196

【0025】

【表2】

面	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.8017×10^{-1}	-0.2765×10^{-1}	0.5868×10^{-2}	-0.3679×10^{-3}
2	1.0000	0.7947×10^{-1}	0.7336×10^{-2}	-0.3549×10^{-1}	0.1378×10^{-1}
5	1.0000	-0.3382×10^{-1}	0.5365×10^{-2}	-0.2235×10^{-1}	0.4393×10^{-1}
6	1.0000	-0.1089×10^{-1}	0.4016×10^{-2}	0.8496×10^{-2}	-0.7780×10^{-2}
8	1.0000	0.3967×10^{-1}	-0.2292	-0.5579×10^{-1}	-0.1381×10^{-1}
9	1.0000	0.4012	0.1848	-0.3030×10^{-1}	-0.3589×10^{-1}
20	-6.3426	-0.3700×10^{-1}	0.0	0.0	0.0

【0026】次に、本発明の実施例2に係る広角レンズについて説明する。この実施例2に係るレンズ系の構成は、図1に示すように、上述した実施例1に係るレンズ系の構成とほぼ同様であるが、第2レンズ群 G_2 の第3レンズ L_6 および第4レンズ L_7 が両凸レンズからなる点が異なる。この実施例2における各レンズ面の光軸X近傍の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D、各レンズのd線における屈折率Nおよび各レンズのアッペ数 ν を下記表3に示す。

【0027】ただし、この表3において、各記号R、D、N、 ν に付した数字は拡大側からの順番を表わすものである。なお、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の間隔 D_6 および第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の間隔 D_{18} は可変であり、低倍率時(12倍)における D_6 および D_{18} は各々0.6884および2.4801とされ、高倍率時(15倍)における D_6 および D_{18} は各々0.7237および2.4514とされている。

【0028】また、第1レンズ群 G_1 の焦点距離を F_1

とし、全レンズ系の焦点距離をFとした場合に、 $|F_1/F| = -4.73$ となり、 $-7.5 < |F_1/F| < -3.0$ なる条件式

(1)が満足されている。また、第1レンズ群 G_1 の第1レンズ L_1 の焦点距離を f_A とし、第1レンズ群 G_1 の第3レンズ L_3 の焦点距離を f_B とした場合に、 $f_A/f_B = -0.77$ となり、 $-1.8 < f_A/f_B < -0.5$ なる条件式(2)が満足されている。

【0029】さらに、第2レンズ群 G_2 の最も拡大側のレンズ L_4 の焦点距離を f_C とした場合に、 $|F/f_C| = 0.065$ となり、 $|F/f_C| < 0.2$ なる条件式(3)が満足されている。また、第1レンズ群 G_1 の第1レンズ L_1 、第3レンズ L_3 、第2レンズ群 G_2 の第1レンズ L_4 の両面、およびフレネルレンズ L_{10} の縮小側の面は非球面であり、その形状は前述した非球面式において各係数K、A、B、C、Dの値を下記表4に示したもので表わされる。

【0030】

【表3】

面	R	D	N _d	ν_d
1	5.0077	0.2420	1.4902	57.8
2	1.3495	1.1381		
3	15.5050	0.1311	1.5163	64.1
4	1.6147	1.2971		
5	2.6615	0.1916	1.5836	30.3
6	28.4349	可変		
7	∞	0.1477		
8	-1.2320	0.0877	1.4910	57.6
9	-1.5055	0.0599		
10	-1.6445	0.0706	1.6227	60.3
11	-36.3769	0.0040		
12	69.6913	0.2876	1.6477	33.7
13	-0.9981	0.0041		
14	181.1857	0.3608	1.4900	63.9
15	-1.0563	0.0040		
16	-1.2864	0.1008	1.8467	23.9
17	4.8851	0.3866	1.5808	61.9
18	-1.4180	可変		
19	∞	0.0403	1.4902	57.8
20	-1.7569	0.2016		
21	∞	0.0605	1.5163	64.1
22	∞			

面	D (倍率12倍)	D (倍率15倍)
6	0.6884	0.7237
18	2.4801	2.4514

【0031】

【表4】

面	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.8075×10^{-1}	-0.3247×10^{-1}	0.7817×10^{-2}	-0.5302×10^{-3}
2	1.0000	0.7457×10^{-1}	0.4371×10^{-2}	-0.4559×10^{-1}	0.1934×10^{-1}
5	1.0000	-0.2930×10^{-1}	0.1376×10^{-1}	-0.2674×10^{-1}	0.5474×10^{-1}
6	1.0000	-0.1074×10^{-1}	-0.3023×10^{-2}	0.1390×10^{-1}	0.1245×10^{-1}
8	1.0000	0.5086×10^{-1}	-0.2550	-0.6525×10^{-1}	-0.1610×10^{-1}
9	1.0000	0.4257	0.2074	-0.3469×10^{-1}	-0.4368×10^{-1}
20	-6.3445	-0.3866×10^{-1}	0.0	0.0	0.0

【0032】次に、本発明の実施例3および実施例4に係る広角レンズについて説明する。図2は、本発明の実施例3および実施例4に係る広角レンズを示すレンズ系断面図である。すなわち、実施例3および実施例4に係るレンズ系は、拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 、フレネルレンズ L_8 からなる正の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 をこの順で配設してなり、フレネルレンズ L_8 の縮小側には、液晶パネルのカバーガラス L_9 が配設されている。

【0033】上記第1レンズ群 G_1 は、拡大側から順に、縮小側（液晶パネル側）に凹面を向けた負のプラスチック非球面レンズ L_1 、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ L_2 、両凸のプラスチック非球面レンズ L_3 をこの順で配設してなる。上記第2レンズ群 G_2 は、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた負の非球面レンズ L_4 、両凸レンズ L_5 、両凹レンズ L_6 、両凸レンズ L_7 をこの順で配設してなる。また、第1レンズ群 G_1 の第3レンズ L_3 と、第2レンズ群 G_2 の第1レンズ L_4 との間には、絞り1が配設されている。

【0034】次に、実施例3における各レンズ面の光軸X近傍の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D、各レンズのd線における屈折率Nおよび各レンズのアッベ数 ν を下記表5に示す。ただし、この表5において、各記号R、D、N、 ν に付した数字は拡大側からの順番を表わすものである。

【0035】なお、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の間隔 D_6 および第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の間隔 D_{15} は可変であり、低倍率時（1.2倍）における D_6 および D_{15} は各々0.2347および2.0114とされ、高倍率時（1.5倍）における D_6 および D_{15} は各々0.2499および1.9796とされている。

【0036】また、第1レンズ群 G_1 の焦点距離を F_1 とし、全レンズ系の焦点距離をFとした場合に、 $|F_1/F| = -5.29$ となり、 $-7.5 < |F_1/F| < -3.0$ なる条件式（1）が満足されている。また、第1レンズ群 G_1 の第1レンズ L_1 の焦点距離を f_A とし、第1レンズ群 G_1 の第3レンズ L_3 の焦点距離を f_B とした場合に、 $f_A/f_B = -1.11$ となり、 $-1.8 < f_A/f_B < -0.5$ なる条件式（2）が満足されている。

【0037】さらに、第2レンズ群 G_2 の最も拡大側のレンズ L_4 の焦点距離を f_C とした場合に、 $|F/f_C| = 0.006$ となり、 $|F/f_C| < 0.2$ なる条件式（3）が満足されている。また、第1レンズ群 G_1 の第1レンズ L_1 、第3レンズ L_3 、第2レンズ群 G_2 の第1レンズ L_4 の両面、およびフレネルレンズ L_8 の縮小側の面は非球面であり、その形状は上述した非球面式において各係数K、A、B、C、Dの値を下記表6に示したもので表わされる。

【0038】

【表5】

面	R	D	N _d	ν_d
1	2.8283	0.2225	1.4902	57.8
2	0.9936	0.6604		
3	1.7580	0.1205	1.6315	57.2
4	0.7648	0.8367		
5	3.6034	0.1761	1.5836	30.3
6	-3.1815	可変		
7	∞	0.4942		
8	-1.4393	0.0806	1.4910	57.6
9	-1.4916	0.0343		
10	19.3166	0.3522	1.5068	64.7
11	-1.0307	0.0037		
12	-3.5565	0.0927	1.8467	23.9
13	2.4840	0.0065		
14	2.4532	0.4037	1.5824	61.8
15	-1.5715	可変		
16	∞	0.0371	1.4902	57.8
17	-1.8232	0.1854		
18	∞	0.0556	1.5163	64.1
19	∞			

面	D (倍率12倍)	D (倍率15倍)
6	0.2347	0.2499
15	2.0114	1.9796

面	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.2041	-0.9255×10^{-1}	0.3633×10^{-1}	-0.5818×10^{-2}
2	1.0000	0.2495	0.3374×10^{-1}	-0.3123×10^{-1}	0.8090×10^{-1}
5	1.0000	-0.1799×10^{-1}	-0.7938×10^{-2}	-0.5907×10^{-2}	0.7692×10^{-1}
6	1.0000	-0.7556×10^{-1}	-0.4197×10^{-1}	0.7270×10^{-1}	-0.4669×10^{-2}
8	1.0000	-0.6891×10^{-1}	-0.9761×10^{-1}	-0.1095	-0.7635×10^{-1}
9	1.0000	0.2417	0.15567	-0.6534×10^{-1}	-0.8228×10^{-1}
17	-6.8492	-0.4112×10^{-1}	0.0	0.0	0.0

【0040】次に、実施例4に係るレンズ系について説明する。この実施例4に係るレンズ系の構成は、図2に示すように、上述した実施例3に係るレンズ系の構成とほぼ同様である。

【0041】この実施例4における各レンズ面の光軸X近傍の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D、各レンズのd線における屈折率Nおよび各レンズのアッペ数 ν を下記表7に示す。ただし、この表7において、各記号R、D、N、 ν に付した数字は拡大側からの順番を表わすものである。

【0042】なお、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂の間隔D₆および第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の間隔D₁₅は可変であり、低倍率時(12倍)におけるD₆およびD₁₅は各々0.2070および1.8359とされ、高倍率時(15倍)におけるD₆およびD₁₅は各々0.2239および1.8171とされている。また、第1レンズ群G₁の焦点距離をF₁とし、全レンズ系の焦点距離をFとした場合に、 $|F_1/F|=-5.35$ となり、 $-7.5<|F_1/F|$

$F|<-3.0$ なる条件式(1)が満足されている。

【0043】また、第1レンズ群G₁の第1レンズL₁の焦点距離をf_Aとし、第1レンズ群G₁の第3レンズL₃の焦点距離をf_Bとした場合に、 $f_A/f_B=-1.07$ となり、 $-1.8<f_A/f_B<-0.5$ なる条件式(2)が満足されている。さらに、第2レンズ群G₂の最も拡大側のレンズL₄の焦点距離をf_Cとした場合に、 $|F/f_C|=0.029$ となり、 $|F/f_C|<0.2$ なる条件式(3)が満足されている。

【0044】また、第1レンズ群G₁の第1レンズL₁、第3レンズL₃、第2レンズ群G₂の第1レンズL₄の各レンズの両面、およびフレネルレンズL₈の縮小側の面は非球面であり、その形状は前述した非球面式において各係数K、A、B、C、Dの値を下記表8に示したもので表わされる。

【0045】

【表7】

面	R	D	N _d	ν_d
1	2.1030	0.1952	1.4902	57.8
2	0.8768	0.5236		
3	1.3702	0.1115	1.6669	48.9
4	0.7297	0.7738		
5	6.5647	0.1766	1.5836	30.3
6	-2.3802	可変		
7	∞	0.5931		
8	-1.5977	0.0809	1.4910	57.6
9	-1.4856	0.0038		
10	-66.9223	0.3625	1.6236	60.2
11	-1.0789	0.0037		
12	-2.4235	0.0929	1.8467	23.9
13	3.0920	0.0037		
14	2.9613	0.4333	1.6284	60.1
15	-1.5784	可変		
16	∞	0.0372	1.4902	57.8
17	-2.0425	0.1859		
18	∞	0.0558	1.5163	64.1
19	∞			

面	D (倍率12倍)	D (倍率15倍)
6	0.2070	0.2239
15	1.8359	1.8171

【0046】

【表8】

面	K	A	B	C	D
1	1.0000	0.2402	-0.1125	0.5244×10^{-1}	-0.8243×10^{-2}
2	1.0000	0.2956	0.5078×10^{-2}	0.1067×10^{-1}	0.1088
5	1.0000	-0.4879×10^{-1}	-0.7411×10^{-1}	-0.1287×10^{-1}	0.8480×10^{-1}
6	1.0000	-0.1178	-0.9447×10^{-1}	-0.1152	-0.6210×10^{-2}
8	1.0000	-0.1665	-0.5786×10^{-1}	-0.1031	-0.7671×10^{-1}
9	1.0000	0.1515	0.1975	-0.3521×10^{-1}	-0.5718×10^{-1}
17	-6.9807	-0.3372×10^{-1}	0.0	0.0	0.0

【0047】また、実施例1の収差図（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差：以下同じ）を図3（低倍率時）および図4（高倍率時）に、実施例2の収差図を図5（低倍率時）および図6（高倍率時）に、実施例3の収差図を図7（低倍率時）および図8（高倍率時）に、実施例4の収差図を図9（低倍率時）および図10（高倍率時）に示す。

【0048】これらの収差図からも明らかなように上記各実施例における広角レンズでは、各収差を良好なものとすることができる。なお、本発明の広角レンズの構成としては上述した4つの実施例のものに限られるものではなく、種々の態様の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1および実施例2に係る広角レンズを示す断面図

【図2】本発明の実施例3および実施例4に係る広角レンズを示す断面図

【図3】本発明の実施例1に係る広角レンズの収差図（低倍率時）

【図4】本発明の実施例1に係る広角レンズの収差図

（高倍率時）

【図5】本発明の実施例2に係る広角レンズの収差図（低倍率時）

【図6】本発明の実施例2に係る広角レンズの収差図（高倍率時）

【図7】本発明の実施例3に係る広角レンズの収差図（低倍率時）

【図8】本発明の実施例3に係る広角レンズの収差図（高倍率時）

【図9】本発明の実施例4に係る広角レンズの収差図（低倍率時）

【図10】本発明の実施例4に係る広角レンズの収差図（高倍率時）

【符号の説明】

G レンズ群

L レンズまたはカバーガラス

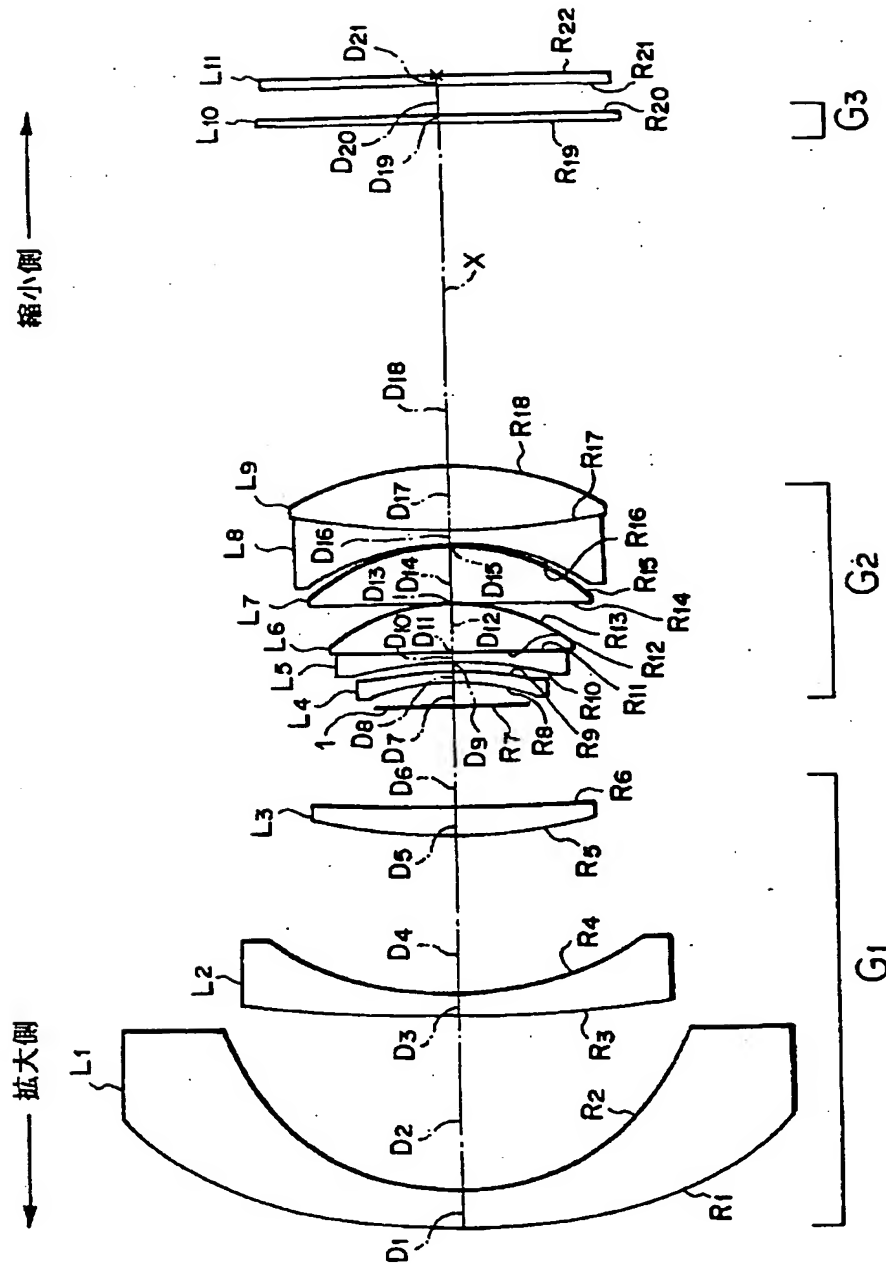
D レンズ等の軸上面間隔および厚さ

R レンズ等の曲率半径

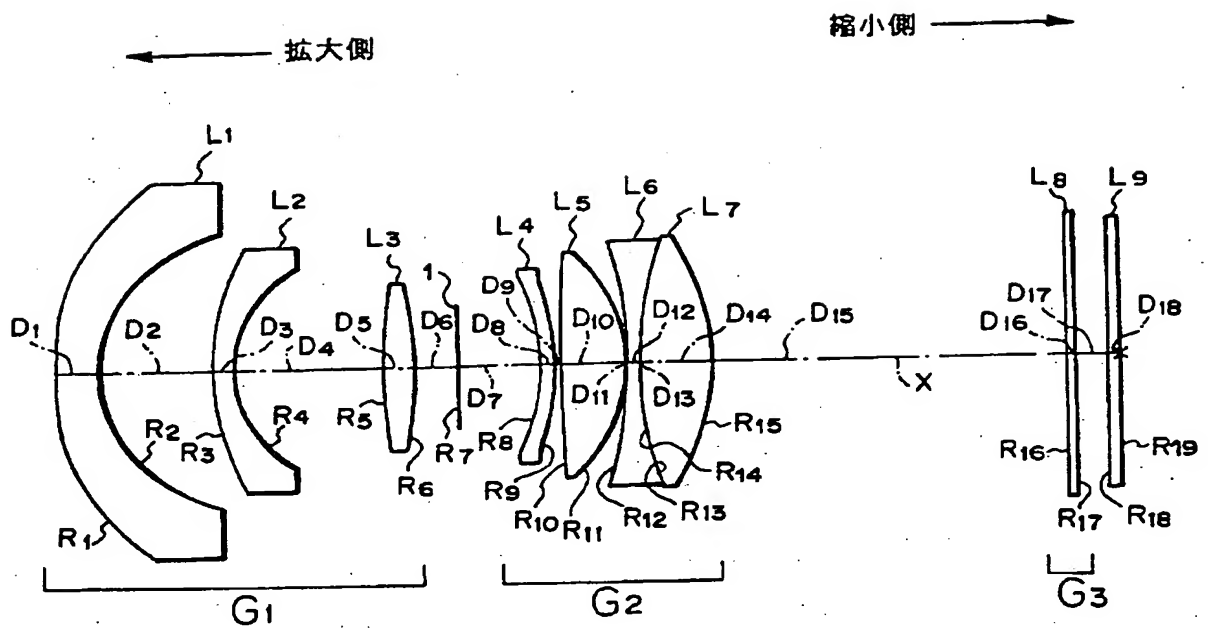
x 光軸

1 絞り

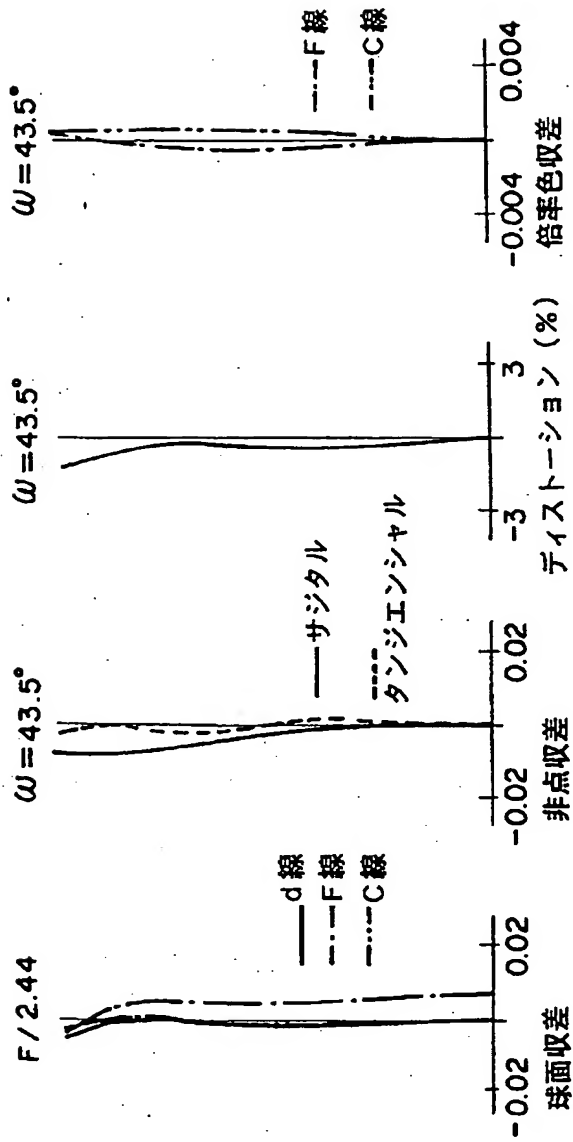
【図1】



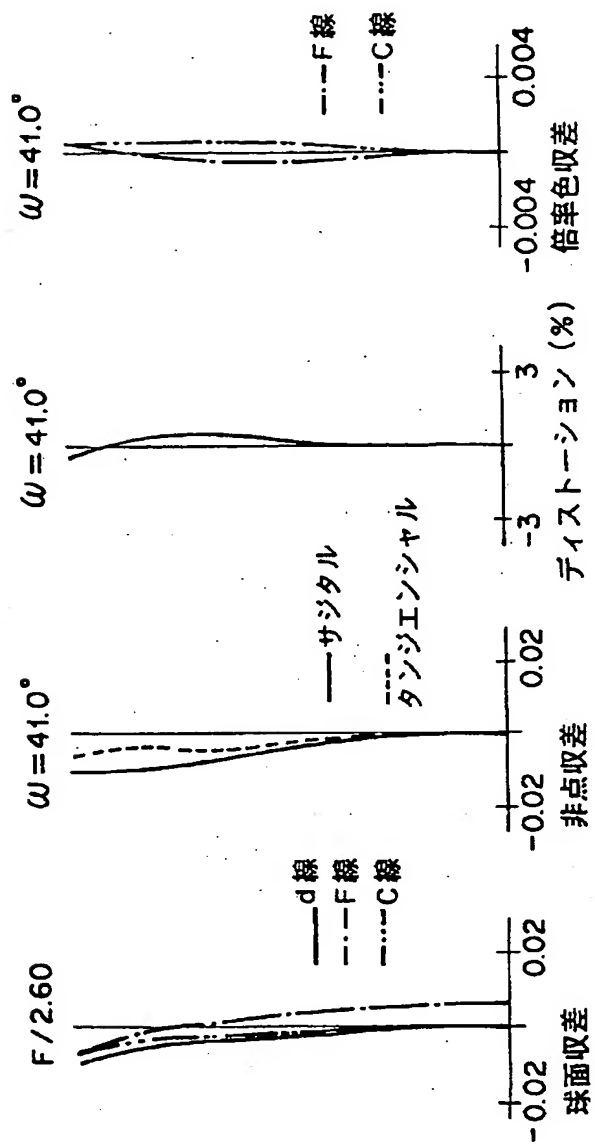
【図2】



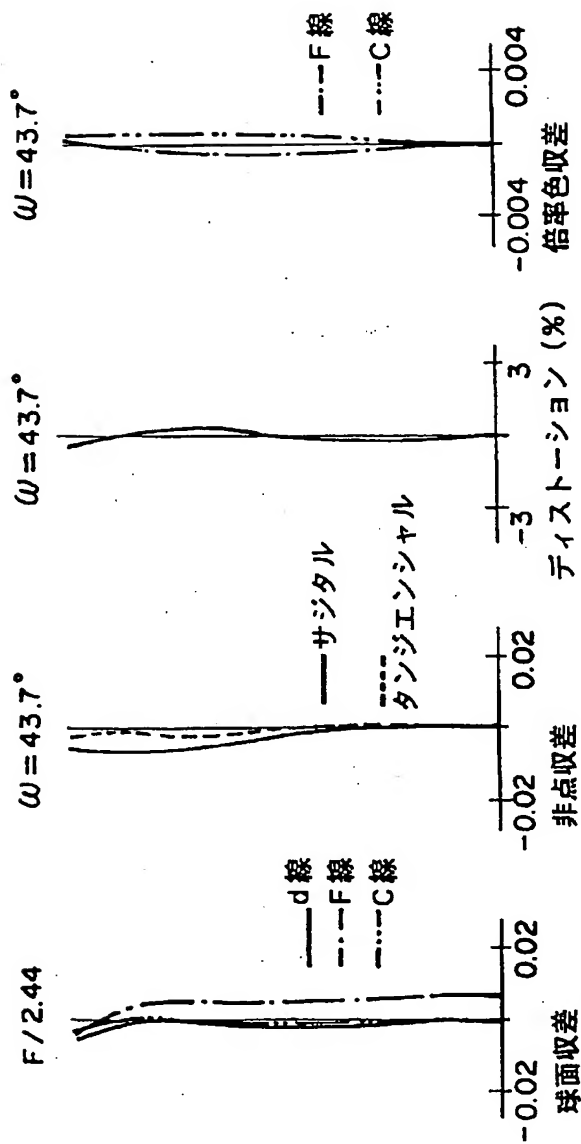
【図3】



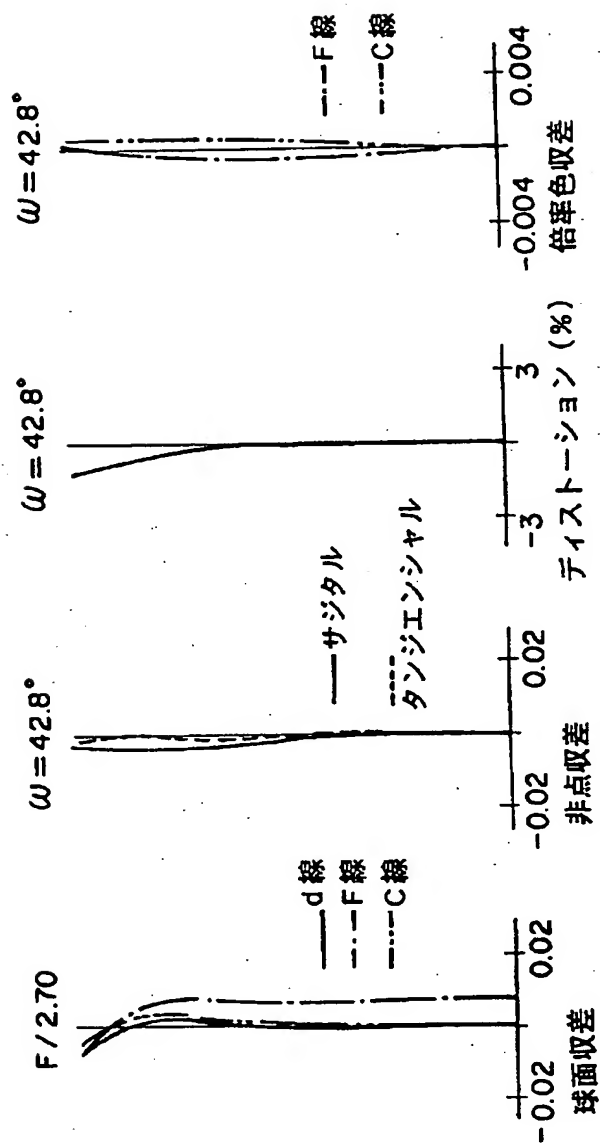
【図8】



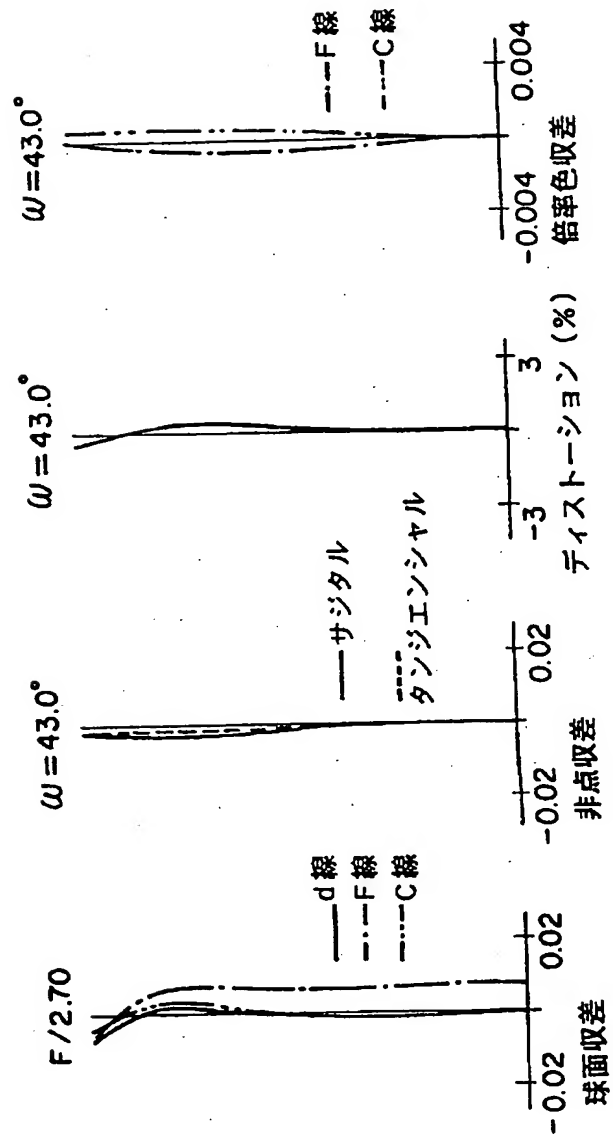
【図4】



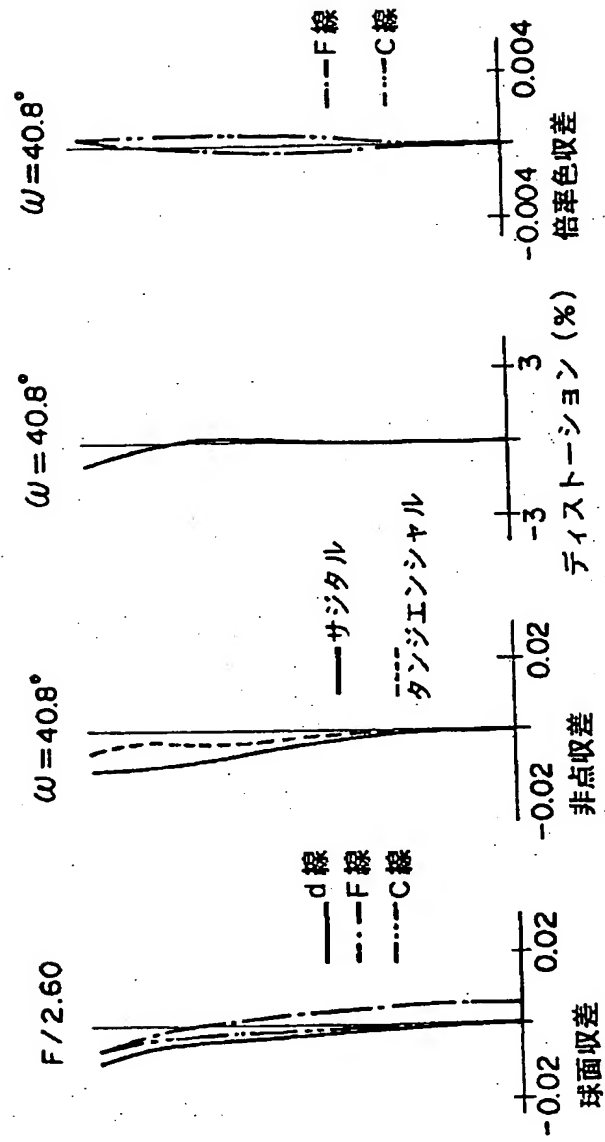
【図5】



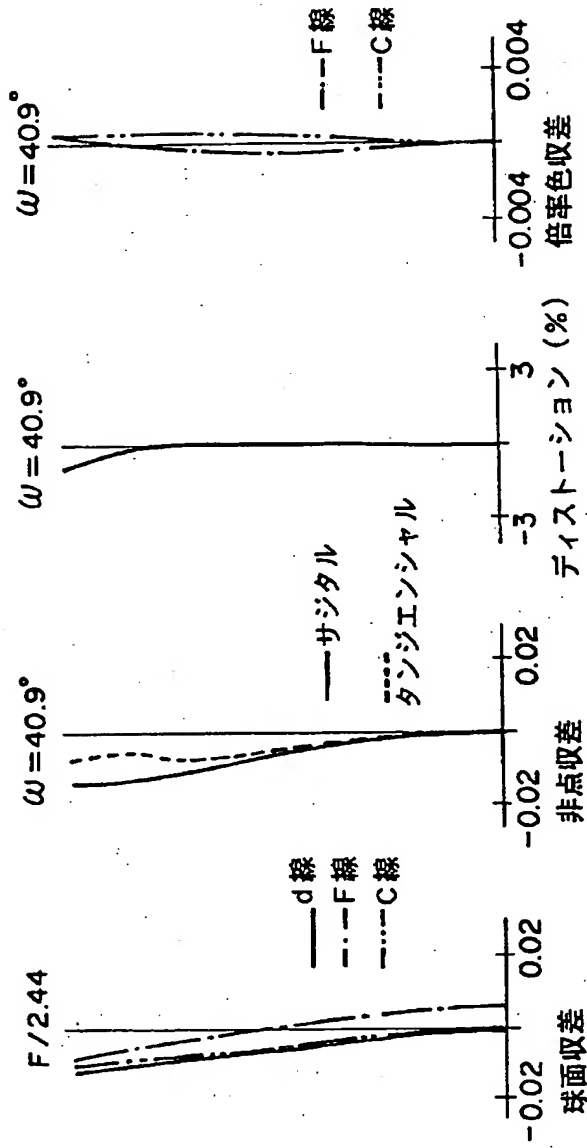
【図6】



【図7】



【図9】



【図10】

